

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-065623

(43)Date of publication of application : 20.03.1991

(51)Int.Cl.

G01J 1/02  
H01L 21/027

(21)Application number : 01-200285

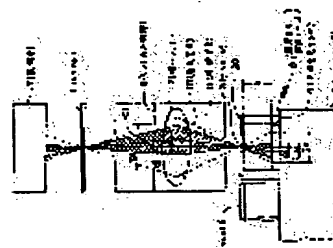
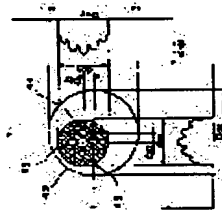
(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 03.08.1989

(72)Inventor : INAGAKI AKIRA  
SHIBA MASATAKA  
AIBA YOSHIHIKO  
KOMORIYA SUSUMU**(54) METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING DISTRIBUTION OF ILLUMINANCE ON ENTRANCE PUPIL****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To enable maximum display of a resolution performance of an exposure device or an inspecting optical system by determining the distribution of illuminance on an entrance pupil plane of a lens automatically and by measuring and correcting partial coherency of an illuminating system and the degree of telecentricity thereof.

**CONSTITUTION:** While a maximum light flux 10 passing through the whole of an entrance pupil 9 of a reducing lens 2 is as shown by broken lines, an illuminating light flux 11 coming out of an illuminating system 7 actually is as shown by oblique lines. This illuminating light flux 11 is passed through a pinhole 3 of a detecting unit 8 of distribution of illuminance on the pupil and observed at a position being apart by a prescribed distance (h) therefrom. Thereby the distribution of illuminance corresponding to the distribution of illuminance on the entrance pupil 9 of the reducing lens 2 can be measured. By disposing a two-dimensional sensor 4 and taking in the distribution of illuminance thereby, accordingly, an image 43 of a light source on the entrance pupil 9 having an outer periphery 42 is obtained. Partial coherency is determined by a prescribed formula from the size thereof corresponding to the entrance pupil of the reducing lens 2 and the size of the image 43 of the light source determined by measurement and then the barycenter thereof is determined. Thereby the amount of central deviation of the light source image is determined and these are corrected. Thereby a resolution performance can be displayed at the maximum.

**LEGAL STATUS**

BEST AVAILABLE COPY

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2928277号

(45) 発行日 平成11年(1999) 8月3日

(24) 登録日 平成11年(1999) 5月14日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup> 識別記号

G 0 1 J 1/02  
G 0 3 F 7/20  
H 0 1 L 21/027

F I

G 0 1 J 1/02  
G 0 3 F 7/20  
H 0 1 L 21/30

S

5 0 2 G  
5 1 6 C

請求項の数13(全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平1-200285

(22) 出願日 平成1年(1989) 8月3日

(65) 公開番号 特開平3-65623

(43) 公開日 平成3年(1991) 3月20日

審査請求日 平成8年(1996) 7月31日

(73) 特許権者 999999999

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

(72) 発明者 稲垣 晃

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地

株式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 芝 正孝

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地

株式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 相場 良彦

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地

株式会社日立製作所生産技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 秋本 正実

審査官 江成 克己

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投影露光方法及びその装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 照明系により照明されたパターンをレンズにより結像する照明光学系を備えた投影露光装置を用いた投影露光方法であって、前記照明光を前記レンズに入射させ該レンズから出射した前記照明光を検出することにより前記照明光の前記レンズの入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置での照度分布を求め、該求めた前記照明光の前記レンズの入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置での照度分布から前記照明光学系の部分コヒーレンシを算出し、該算出した前記照明光学系の部分コヒーレンシに基づいて前記照明光学系を調整し、該調整した照明光学系を用いて基板上に前記パターンを投影露光することを特徴とする投影露光方法。

【請求項2】 前記照明光の前記レンズの入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置での照度分布を、前記

2

パターン面または前記パターン面と共役関係にある面に配置したピンホールを通過した前記照明光を検出することにより行うことを特徴とする請求項1記載の投影露光方法。

【請求項3】 前記ピンホールを通過した前記照明光を、前記レンズに対して、該レンズの光軸に対して直交する平面内で2次元的に相対的に移動させることにより、前記照明光の前記レンズの入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置での照度分布を求めることを特徴とする請求項2記載の投影露光方法。

【請求項4】 前記照明光の前記レンズの入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置での照度分布から前記照明光学系のテレセン度を更に求め、該求めたテレセン度に基づいて前記照明光学系を調整することを特徴とする請求項1記載の投影露光方法。

【請求項5】エキシマレーザ光源を備え、該エキシマレーザ光源から発射されたエキシマレーザでパターンを照射して該照射したパターンの像を縮小投影レンズにより縮小して結像する照明光学系を備えた露光装置を用いた投影露光方法であって、前記エキシマレーザを前記縮小投影レンズの入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置に照射して前記エキシマレーザの前記縮小投影レンズの入射瞳上での照度分布を求め、該求めた前記エキシマレーザの前記縮小投影レンズの入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置での照度分布から前記照明光学系の部分コヒーレンシを算出し、該算出した前記照明光学系の部分コヒーレンシに基づいて前記照明光学系を調整し、該調整した照明光学系を用いて基板上に前記パターンを投影露光することを特徴とする投影露光方法。

【請求項6】前記エキシマレーザの前記縮小投影レンズの入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置での照度分布を求めることを、前記エキシマレーザを前記照明光学系で前記縮小投影レンズの入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置に集光し、該集光したエキシマレーザを前記縮小投影レンズの入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置で2次元的に走査し、該入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置で2次元的に走査されて前記縮小投影レンズを透過した前記エキシマレーザを検出することにより求めることを特徴とする請求項5記載の投影露光方法。

【請求項7】前記エキシマレーザの前記縮小投影レンズの入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置での照度分布から前記照明光学系のテレセン度を更に求め、該求めたテレセン度に基づいて前記照明光学系を調整することを特徴とする請求項5記載の投影露光方法。

【請求項8】エキシマレーザ光源から発射されたエキシマレーザでレチクル上に形成されたパターンを照明し該照射したパターンの像を縮小投影レンズにより縮小して基板上に結像する照明光学系を備えた露光装置を用いた投影露光方法であって、前記エキシマレーザの前記縮小投影レンズの入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置での照明分布を測定し、該測定した入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置での照度分布の測定結果に基づいて前記照明光学系を調整し、該調整した照明光学系を用いて基板上に前記パターンを投影露光することを特徴とする投影露光方法。

【請求項9】前記エキシマレーザ光源は、エキシマレーザをパルス状に発射し、前記照明光学系は、前記パルス状に発射されたエキシマレーザを、前記縮小投影レンズの入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置で2次元的に走査し、複数のパルス光で1回の露光を行うことを特徴とする請求項5または8記載の投影露光方法。

【請求項10】エキシマレーザ光源と、該エキシマレーザ光源から発射されたエキシマレーザをパターンに照射し該エキシマレーザを照射されたパターンの像を縮小投

影レンズで縮小して基板上に投影する照明光学系を備えた投影露光装置であって、前記エキシマレーザ光源から発射されたエキシマレーザの前記縮小投影レンズの入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置での照度分布を測定する照度分布測定手段を更に備えたことを特徴とする投影露光装置。

【請求項11】前記照度分布測定手段で測定した前記エキシマレーザの前記入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置での照度分布から前記照明光学系の部分コヒーレンシを算出する算出手段を更に備えたことを特徴とする請求項10記載の投影露光装置。

【請求項12】前記照度分布測定手段で測定した前記エキシマレーザの前記入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置での照度分布から前記照明光学系のテレセン度を算出する算出手段を更に備えたことを特徴とする請求項10記載の投影露光装置。

【請求項13】前記エキシマレーザ光源は、エキシマレーザをパルス状に発射し、前記照明光学系は、前記パルス状に発射されたエキシマレーザを、前記縮小投影レンズの入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置に集光し、該集光したエキシマレーザを前記入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置で2次元的に走査することを特徴とする請求項10記載の投影露光装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【産業上の利用分野】

本発明は、半導体などの微細パターンを露光転写する投影露光方法及びその装置に関するものである。

#### 【従来の技術】

導体技術の進歩、特にその高集積化に伴い、微細パターンをウエハ上に転写する露光装置や、転写されたパターンを検査する顕微鏡を用いた検査装置などの光学系へ要求される性能仕様は、ますます厳しさを増しつつある。

光学系の性能としては、特に微細パターンの解像性能が重要である。この解像性能を向上させるには、使用する光の短波長化、開口数 (NA: Numerical Aperture) 増大、あるいは光学収差改善を含むレンズの高解像化があるが、これらの手段による解像性能の向上には限界がある。

このような状況下で、解像性能を最大限に発揮させる要素として照明系のコヒーレンシ制御の重要性がクローズアップされてきた。

光学技術ハンドブック (朝倉書店1968年) P116~P218に記載されているように、投影形露光装置や顕微鏡等の照明系にはウエハ等の試料上での照度分布を均一にするため、ケーラー照明が用いられる。この照明では、ランプ等の照明光源の像は、投影光学系または、顕微鏡対物レンズの入射瞳上に結像される。この時、入射瞳上での光源像の大きさ (直径) と入射瞳の大きさ (直径) との比を部分的コヒーレンシまたは、 $\sigma$  値と称する。光源像

の大きさが入射瞳径と一致する時 $\sigma$ 値は1であり、一方、レーザ光源等を用い、入射瞳上で、スポットが形成される時 $\sigma$ 値は0となり、コヒーレント照明と呼ばれる。

一般に光学系に用いるレンズには光学的な収差が存在する為、 $\sigma$ 値と解像度との関係は第22図のようになり、適切な $\sigma$ 値を選ぶことがレンズの解像性能を最大限に発揮する上で重要である。

また、第23図のように入射瞳上で瞳9の中心44と光源像43の中心45がずれると、試料上の1点に照射される照明光の光束は第24図のようになり、その光束の軸47はレンズ光軸48から傾くため非テレセントリック（光軸が試料面に対して垂直でない）な照明となり、その結果として露光により転写されたパターンあるいは顕微鏡での観察像が非対称な形となり好ましくない。このように投影露光装置や検査光学系の光学的性能を最大限に発揮させるために照明系のコヒーレンシの制御は重要であり、その使用に先立ってレンズの入射瞳上での照度分布を計測し、照明系が正常な状態にあるかチェックし、異常があればこれを補正する必要がある。

従来、このようなレンズの入射瞳上の照度分布の測定は、例えば露光装置を例にとると第21図のように行われていた。即ち、レチクル13のパターンを照明系7からの光を用いて縮小レンズ2を介してウエハステージ5上のウエハ6に1チップずつステップ・アンド・リピートで転写する露光装置において、その入射瞳9上の照度分布の測定時にのみレチクル13と縮小レンズ2の間にミラー31を挿入し、縮小レンズ2の入射瞳9との共役位置、すなわちレチクル13からの距離がレチクル13とレンズ2の入射瞳9との距離に等しい位置に2次元光センサ4を設置し、第23図のような入射瞳上の照度分布の像を直接観察していた。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来技術では第21図に示すように光路中にミラー31を挿入し、レンズ2の入射瞳9と共役と思われる位置に2次元の光センサ4を置いて計測を行っていた。このような方法ではミラー31や検出センサ4あるいは、縮小レンズ2の取付状態の影響を受け、縮小レンズ2の入射瞳中心に対応する共役の位置を求めることが正確に出来ないという問題があった。又、試料上に照明光束中心が垂直に当たっているか否かを示すテレセン度のチェックでも、レンズの像歪を補正するためにレチクル13と縮小レンズ2に傾きをつけてある時などでは、正確な測定が出来なかった。さらにレチクル13と縮小レンズ2の間にミラー31と検出センサ4とを挿入するという作業が必要となり、作業時間がかかり生産性を低下させたり、作業時にレチクル13や縮小レンズ2への異物付着の確率が高まって歩留まりを低下させていた。また、これらの操作を自動化しようとする、どうしても装置が大型化してしまうという問題があった。

上記の事情に鑑み、本発明の目的は、投影露光装置において、パターンを投影するレンズの解像性能を最大限発揮することができるようにした投影露光方法及び投影露光装置を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記の目的を達成するため、本発明においては、照明光をレンズに入射させ該レンズから出射した前記照明光を、前記レンズの入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置で検出してその照度分布を求め、前記照度分布から照明光学系の部分コヒーレンシを算出し、算出されたコヒーレンシに基づいて前記照明光学系を調整し、調整された照明光学系を用いて基板上に前記パターンを投影露光するようにした。

また、エキシマレーザを縮小投影レンズの入射瞳上または入射瞳と共役な関係にある位置に照射して、前記エキシマレーザの前記縮小投影レンズの入射瞳上での照度分布を求め、この照度分布から照明光学系の部分コヒーレンシを算出し、算出された前記照明光学系の部分コヒーレンシに基づいて前記照明光学系を調整し、該調整した照明光学系を用いて基板上に前記パターンを投影露光するようにした。

さらに、エキシマレーザ光源と、該エキシマレーザ光源から発射されたエキシマレーザをパターンに照射し該エキシマレーザを照射されたパターンの像を縮小投影レンズで縮小して基板上に投影する照明光学系を備えた投影露光装置であって、前記エキシマレーザ光源から発射されたエキシマレーザの前記縮小投影レンズの入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置での照度分布を測定する照度分布測定手段を備えた。

〔作用〕

照明光をレンズに入射させ該レンズから出射した前記照明光を、前記レンズの入射瞳上または該入射瞳と共役な関係にある位置に配置された照度分布測定手段で検出してその照度分布を求め、前記照度分布から照明光学系の部分コヒーレンシを算出し、もしくは、算出されたコヒーレンシに基づいてテレセン度を算出して、その算出結果に基づいて前記照明光学系を調整し、調整された照明光学系を用いて基板上に前記パターンを投影露光する。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例を図を用いて説明する。

実施例I:

第1図は本発明を露光装置に適用したときの全体構成図を示す。

露光時には、照明系7により光を照射するとレチクル1のパターンは、縮小レンズ2を介してXYZに動くウエハステージ5上のウエハ6に転写される。このウエハステージ5上にピンホール3と2次元センサ4で構成する瞳上照度分布検出ユニット8を配置する。この瞳上照度分布検出ユニット8のピンホール3をレチクル1と共役となる位置（即ち、ウエハ6と交替させて該ウエハ6を

位置せしめるべき位置)に置き、2次元光センサ4は、ピンホール3の下方の一定距離 $h$ 離れたところに受光面がくるように配置する。

第2図にこの構成を用いた測定方法を示す。まず、縮小レンズ2の入射瞳9全体を通る最大光束10は第2図に破線で示すようになるが、実際に照明系7から出る照明光束11は斜線を付して示したようになる。この照明光束11を瞳上照度分布検出ユニット8のピンホール3を通し、一定距離 $h$ 離れた位置で観察することにより縮小レンズ2の入射瞳9上の照度分布に相当する照度分布を測定することができる。したがって、2次元光センサを配置し、この照度分布を取り込む事により、第3図に示す外周42を持つ入射瞳9上の光源の像43が得られる。これから縮小レンズ2の入射瞳に対応する大きさ $D_0$  ( $=D_{0x}=D_{0y}$ )と、測定により求めた光源像43の大きさ $d_0$ から前掲の式(1)により部分的コヒーレンシ( $\sigma$ 値)を求め、またその重心を求めることにより、光源像の中心ずれ量 $C_{0x}$ ,  $C_{0y}$ (テレセン度)を求めることが可能となる。

更に、特開昭62-232924に見られるようなエキシマレーザを光源とした露光装置に、本発明を適用して照度分布検出ユニット8(第1図, 第2図)を設置すると第4図(A)のようになる。本図において101はエキシマレーザ、102は光量制御装置、103は照明光学系、107は露光制御回路、130はビーム偏向系、131はビーム様化装置、132, 133, 134, 142はレンズ、135は開口絞りである。この場合、レーザ101からはパルス状に露光光が発生され、各パルスで縮小レンズ2の入射瞳9上に集光されたスポット光19をガルバノミラー141, 143で第4図(B)に示すように縮小レンズ入射瞳径内で2次元的に走査し、複数のパルス光で1回の露光を行うことで実効的なコヒーレンシを変化させている。このような露光装置に於いては、瞳上照度分布検出ユニット8内の2次元光センサ4で、複数のパルスからなる1回の露光工程の全エネルギーをセンサの蓄積効果、又は1パルス毎のデータを収集し、これを算術的に加算することにより、第3図と同様のデータを得、これから部分的コヒーレンシ( $\sigma$ 値)等を求めることが可能となる。

尚、本実施例(第4図)では投影形の露光装置を例にとったが、この方式はプロキシミティ形の露光装置にも適用できる。

#### 実施例II:

第5図は照度検出用にフォトマル等の単一センサを用いて本発明を露光装置に適用した実施例である。

ここでは、レチクル13として第19図(a), (b)に示すようにガラス板29に形成されたクロム膜28にピンホール12のパターンを複数個又は、1個形成されたものを使用する。瞳上照度分布検出ユニット16はウエハ6面から $h$ だけ下げた位置に設けた受光側ピンホール15と単一光センサ14から成る。この検出ユニット16はウエハステ

ージ5上に設けてあり、ステージを動かすことによりXY平面内で移動可能である。

瞳上の照度分布の測定は、第6図に示すように行われる。レチクル13上のピンホール12の像は、縮小レンズ2を通り、レチクル13と共役となる位置20すなわち、ウエハ6面と同じ高さに結像する。ウエハステージ5上に設けた瞳上照度分布検出ユニット16の受光側ピンホール15はこの共役面20から $h$ 離れた位置に設けてあり、この受光側ピンホール15と単一のセンサ14とを一体として、ウエハステージ5をXまたはY方向に移動することにより、走査しながら光量測定することで瞳上の照度分布を第8図(a)又は第9図(a)の様に検出することが可能となる。

さて、この実施例では第5図のレチクル13の上に、すりガラス又は散乱板17が挿入できるようになっている。第7図に示す様に、レチクル13上にすりガラス17を挿入すると、このすりガラス17により、照明系7からの光が散乱して大きく広がるためレチクル13上のピンホール12を通った光は、縮小レンズ2の入射瞳9の径 $D_i$ よりも大きい光束46となり、該入射瞳9の全開口面積を通して縮小レンズ2に入射する。このようにして、瞳全体を透過した光は、一旦レチクル共役面20(第7図参照)上に結像するが、共役面20から一定距離 $h$ 離れた位置で、瞳上照度分布検出ユニット16を走査すると第8図(b)の様な照度分布が得られ、これから入射瞳9の径 $D_i$ に対応するセンサ面上での径 $D_0$ が求められる。

そして第8図(a)と(b)とに示す照度分布から、(c)のようにして前掲の式(1)により、照明系の部分的コヒーレンシ( $\sigma$ 値)を求めることが可能となる。さらに、同図(a)で得られた波形の重心等から光源像の中心45(第3図参照)を求めると、テレセン度に相当する入射瞳の中心44からのずれ $C_0$ (又は $C_i$ )を式(2)によって得ることができる。

尚、第9図(a)は上記測定をXY方向について行った照度分布であり、これから第9図(b)に示すような等高線を求めることもできる。

第5図の実施例に示したレチクル13上には複数のピンホール12が形成されているが、ウエハステージ5をこのピンホール位置に対応して大きく動かしながら上記測定を繰り返せば、レチクル13上の各点に対応して部分的コヒーレンシやテレセン度である光源の中心ずれを測定できる。これにより、光源像が真に入射瞳上に結像しケーラー照明となっているか否かをチェックすることもできる。

#### 実施例III:

第10図(a), (b), (c)に示すような構造のレチクル21を用いることにより、第5図に示すレチクル13上に挿入可能なすりガラス17を用いる事なく前記の実施例IIと同様な測定が可能である。すなわち、第10図(a)に示したレチクル21上には第10図(b), (c)

に示すようにピンホール12並びに散乱板又はすりガラス23をはりつけたピンホール12' からなるピンホールのペア22が複数又は単一個配置されている。瞳上の照度分布の測定は、実施例IIにおけると同様に行う。すなわち第11図に示すようにレチクル21上のピンホール12を通った光が、縮小レンズ2により、レチクル21と共役となる位置20に結像する。ウエハステージ上に設けた照度分布検出ユニット16の受光ピンホール15はこの共役面20から一定距離 $h$ 離れた位置をウエハステージ5によりXまたは、Y方向に移動する。こうして瞳上の照度分布に相当する照度分布を第12図(a)の様に検出することが可能となる。

次に、上記瞳上の照度分布の測定と同様に、レチクル21上にすりガラス23をはりつけたピンホール12' (第11図参照)を通った光は縮小レンズ2の入射瞳9の径よりも大きく広がる。そして、入射瞳全体を透過した光束10は、一旦レチクル共役面20に結像するため、共役面20から一定距離 $h$ 離れた位置では、照度分布が第12図(b)の様に得られる。

ここで、レチクル21の2つのピンホール12と12' との距離 $L$ がわかっているれば、縮小率 $m$ をかけて求まるウエハ上での距離 $l (=mL)$ が求められ、これから、第12図(c)に示すように、第12図(b)の照度分布に対する瞳径 $D_0$ と中心の値を求め、第5図の実施例におけると同様に、照明系の部分的コヒーレンシ( $\sigma$ 値)と光源像の中心のずれとを求めることが可能となる。また、レチクル21上の複数のピンホールペア22(第10図(b)参照)を用いることにより、第13図に示すようレチクル上の各点に対応した入射瞳上における照度分布とその偏りが求められ、照明系が真のケーラー照明になっているか否かをチェックすることができる。

#### 実施例IV:

前記の実施例IIIでは第10図に示すような構造のレチクル21を用いることにより、第5図に示したレチクル13上に挿入可能なすりガラス17を用いることなく実施例IIと同様な測定を可能としたが、第14図に示すようにレンズ26を貼りつけたレチクル24を用いても同様のことができる。同図(a)に示した25a, 25b~25zはレンズを貼りつけたピンホールと貼りつけていないピンホールとのペアを示し、その部分的拡大図を同図(b)に、断面図を同図(c)に示した。

#### 実施例V:

別の実施例を以下第15図、第16図を用いて説明する。

まず、第15図において、照度分布検出ユニット16はウエハステージ5上に設けてあり、ウエハステージ5はXYZ方向に移動可能である。この照度分布検出ユニット16は前述の各実施例におけると同様に受光ピンホール15と照度検出用センサ14とから成り立っている。レチクル13上のピンホール12を通った光は、縮小レンズ2により、レチクル13と共役となる位置20に結像する。ここで、ウ

エハステージ5をZ方向に移動し、照度分布検出ユニット16のピンホール15がレチクル共役位置20上に位置するように高さ方向の位置合わせをする。この状態でウエハステージをXY方向に移動し、第16図(a)に示すようにピンホール像の照度分布を得る。この分布よりピンホールの中心位置47を求める。次に、ウエハステージ5をZ方向に一定距離 $h$ だけ下降させる。この状態で、ウエハステージ5をXY方向に移動し、第16図(c)に示すような照度分布を得る。

第16図(a)で求めたピンホールの中心位置47と、ウエハステージの下降距離 $h$ とから、縮小レンズの設計上のNA(Numerical Aperture)を用いて、レチクル共役位置20から距離 $h$ 離れた位置での瞳径に相当する径 $D_0$ を求めることが可能である。したがって、この径 $D_0$ と中心位置47とを、測定した照度分布に重ね合わせることで、照明系の部分的コヒーレンシ( $\sigma$ 値)と光源の中心のずれ量とを求めることが可能となる。尚、この方式ではウエハステージ5のZ方向のストロークが十分にあれば瞳面上の照度分布測定ユニット16をそのままウエハ面上の照度分布測定ユニットと兼用することができる。

#### 実施例VI:

上述の実施例IIからIVにおいて、レチクル共役位置20から距離 $h$ 離れた位置に受光ピンホール15を設ける場合に、第17図のような方法も可能である。すなわちガラス50の両面に設けたクロム膜28に大きな受光窓27と受光ピンホール12とを設け、大きな受光窓27を設けた側の面をレチクル共役位置20に合わせると下側の受光ピンホール12がレチクル共役位置20から離れて置かれることになる。ガラス50の上面にピンホールよりも広い受光窓27を設けたのは迷光等の影響を減少するためである。このようにすることにより、特開昭58-7136などにみられるようなアライメント系等のオフセット誤差測定系との共存も可能となる。

#### 実施例VII:

第18図はこれまで述べてきた露光装置の照明系7の具体例を併せて示したものであって、照明系7以外の部分は第5図に対応せしめて描いてある。水銀灯39から発せられた光は、回転楕円面鏡40、コールドミラー60、レンズ61を経て、インテグレート41に入射する。このインテグレート41の射出面には、 $\sigma$ 値を制御する開口絞り30が設けられている。開口絞りの像はミラー62、コンデンサレンズ63によりレチクル13を照らし、縮小レンズ2の入射瞳9に結ばれる。

まずセンサ14で $\sigma$ 値を測定し、照明系制御回路70により $\sigma$ 値が最適になる開口絞り30の開口径を、固定径絞りの切替え又は可変径絞りを動かして変化させる。

次に、光源像の中心ずれや照度分布の傾きがある時には、開口絞り30の位置を光軸に直角方向に動かしたり、又は水銀灯39の位置を調整して補正する。又、真のケーラー照明になっていない場合すなわち、開口絞り30の像

が縮小レンズ2の入射瞳9上に結像していない場合には、コンデンサレンズ63を光軸方向に動かして開口絞り30の像を正確に縮小レンズ2の入射瞳9上に結ぶように調整する。これらの調整はマニュアルで行ってもよいし、モータ等を制御して自動で行ってもよい。

従来技術の欄で述べたように一般に光学系に用いるレンズには光学的な収差が存在する為、 $\sigma$ 値と解像度との関係は第22図のようになるが、このカーブはパターン寸法や形状によって変化する。そこで、露光装置において、レチクルの描画情報（パターン寸法等）に応じて、レンズの $\sigma$ 値を最適な値に変え描画するために、本実施例で示すようにして照明系の部分的コヒーレンシ（ $\sigma$ 値）を求め、その値を基に第18図に示す照明系の開口絞り30の径を制御し $\sigma$ 値を変化させる。この測定と開口絞り30の変化を繰り返すことにより、正確な $\sigma$ 値を選ぶ事が可能となり、レンズの解像性能を最大限に発揮することができる。

#### 実施例VIII:

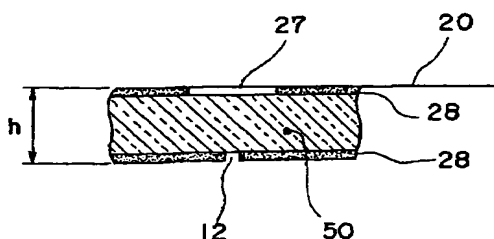
照明系を持つ半導体等の微細パターンを観察又は検査する顕微鏡、検査装置等に於いても、第20図に示すように試料面38からh離れた位置にピンホール15と照度検出センサ14を試料ステージ上に設置することにより、前述の実施例Vに示したような方法を用いて照明系の部分的コヒーレンシ（ $\sigma$ 値）及び、テレセン度又は光源像の中心ずれをチェックする事が可能となり、この測定結果を基に、照明系のランプ32、レンズ33、又は、ランプ32の位置に置かれる導光用ファイバーの位置をXYZ方向に調整してレンズの光軸に対する照明光軸のずれを無くすことにより、試料に対して真のケーラー証明を実現し、常に良好な観察像を得ることを可能にする。

#### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、レンズの入射瞳上もしくは入射瞳の照度分布を求めることにより、照明光学系の部分コヒーレンシ（ $\sigma$ 値）もしくは、部分コヒーレンシに基きテレセン度を求め、照明光学系を調整して投影露光を行うようにしたので、レンズの解像性能を最大限発揮させて投影露光を行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【第17図】



第1図乃至第3図は本発明の実施例Iを示し、第1図は模式的な斜視図、第2図は光路を付記した断面図、第3図は作用説明図である。

第4図は実施例Iの応用例の説明図であり、同図（A）は模式的な斜視図、同図（B）は作用説明図である。

第5図乃至第9図は本発明の実施例IIを示し、第5図は模式的な斜視図、第6図及び第7図は光路を付記した断面図、第8図（a）、（b）、（c）及び第9図（a）、（b）は作用説明図である。

第10図乃至第13図は本発明の実施例IIIを示し、第10図（a）、（b）、（c）はレチクルの説明図、第11図は光路を付記した断面図、第12図（a）、（b）、（c）及び第13図は作用説明図である。

第14図（a）、（b）、（c）は本発明の実施例IVにおけるレチクルの説明図である。

第15図及び第16図は本発明の実施例Vを示し、第15図は光路を付記した断面図、第16図（a）、（b）、（c）は作用説明図である。

第17図は本発明の実施例VIにおける受光ピンホールの説明図である。

第18図は本発明の実施例VIIを示し、光路を付記した断面図である。

第19図（a）、（b）は実施例IIに用いたレチクルの説明図である。

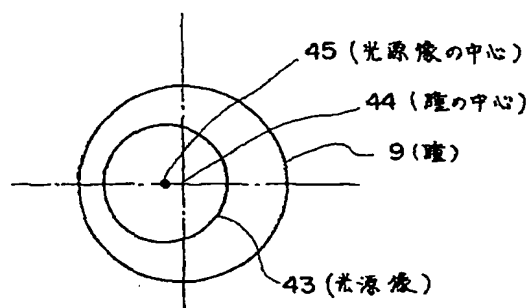
第20図は本発明の実施例VIIIを示し、光路を付記した断面図である。

第21図は従来例を示し、光路を付記した断面図である。

第22図は一般光学系の $\sigma$ 値と解像度との関係を示す図表、第23図及び第24図は従来技術における課題の説明図である。

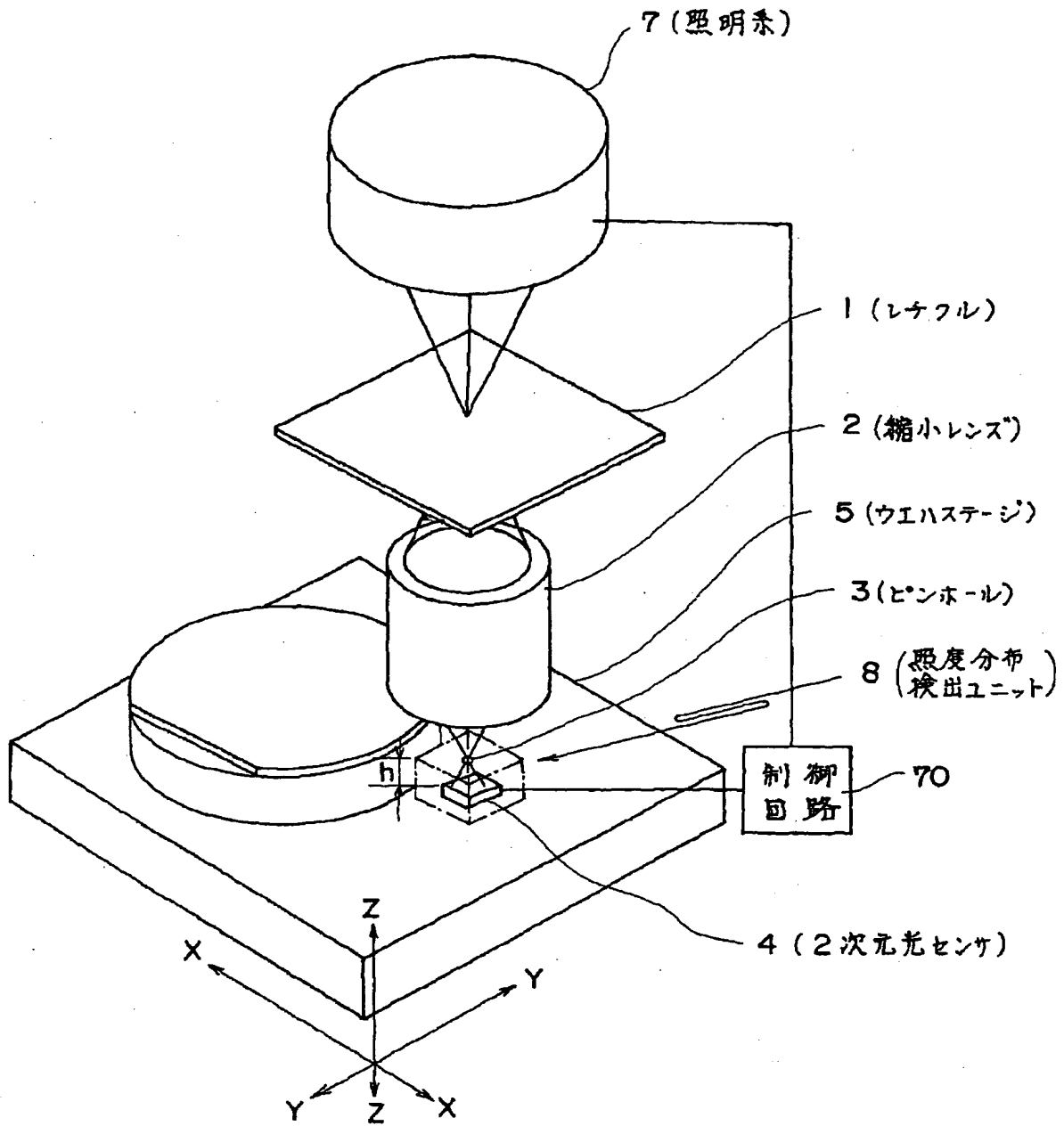
1……レチクル、2……縮小レンズ、3……ピンホール、4……2次元光センサ、5……ウエハステージ、6……ウエハ、7……照明系、8……照度分布検出ユニット、9……レンズの入射瞳、10……レンズの最大光束、11……照明光束、12……ピンホール、13……レチクル、14……照度分布検出用の光センサ、15……受光ピンホール、16……照度分布検出ユニット、21……レチクル、30……開口絞り。

【第23図】

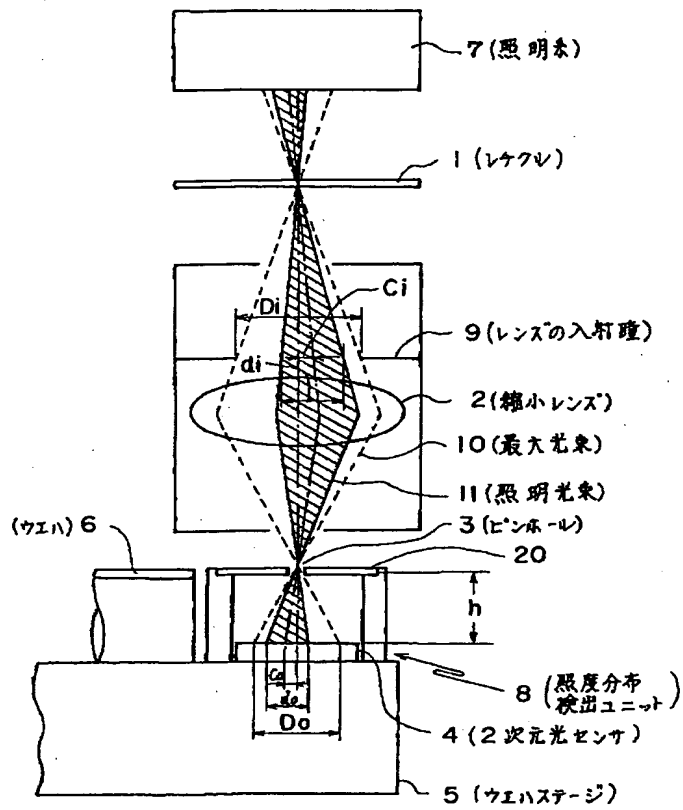




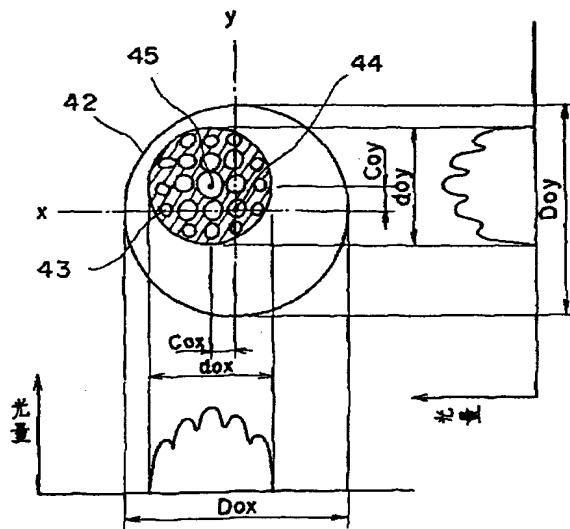
【第1図】



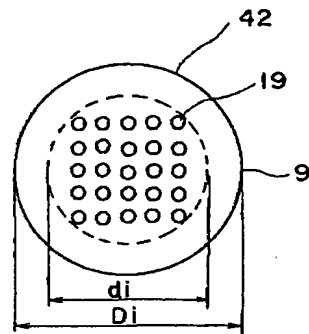
【第2図】



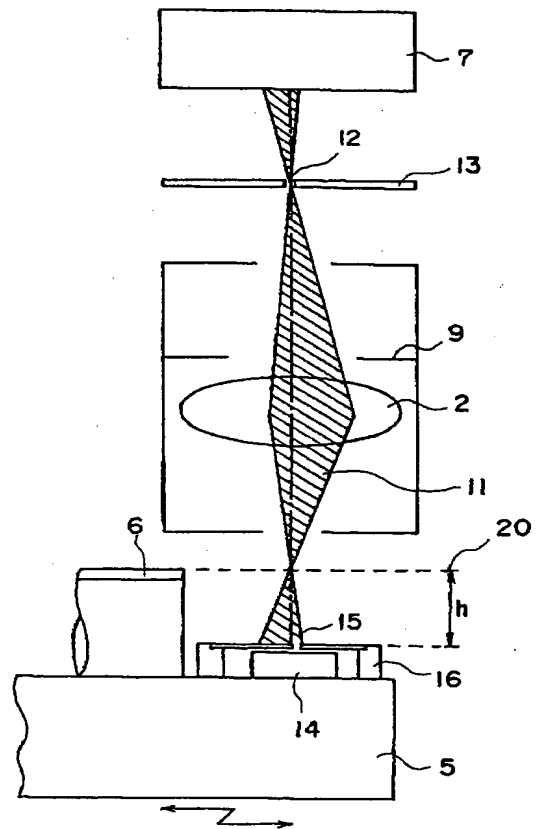
【第3図】



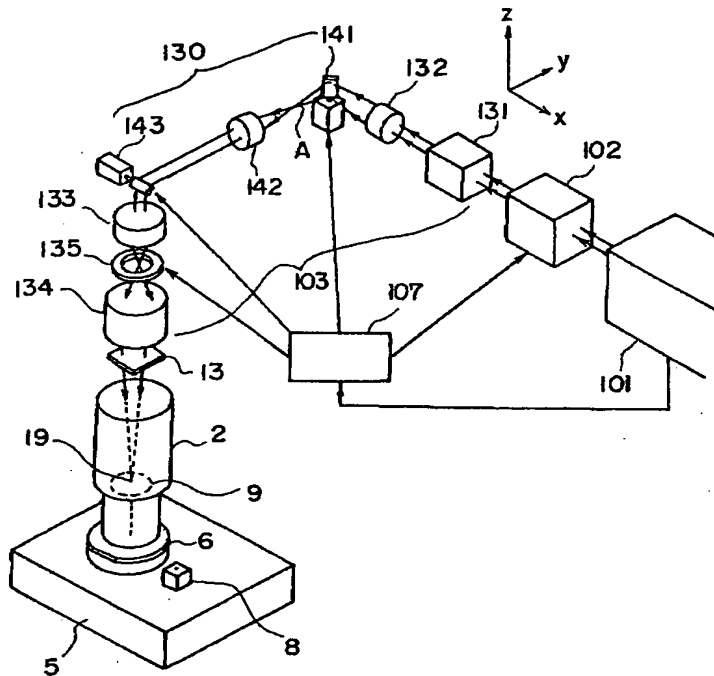
【第4図(B)】



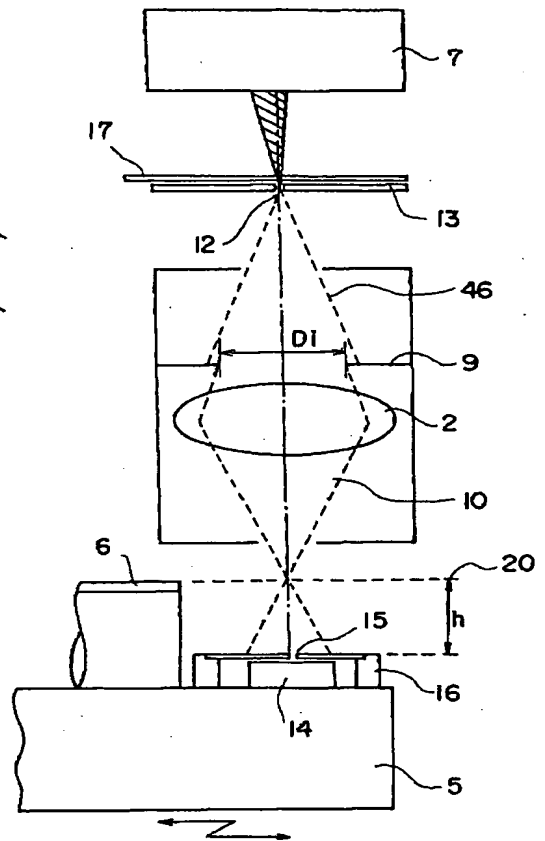
【第6図】



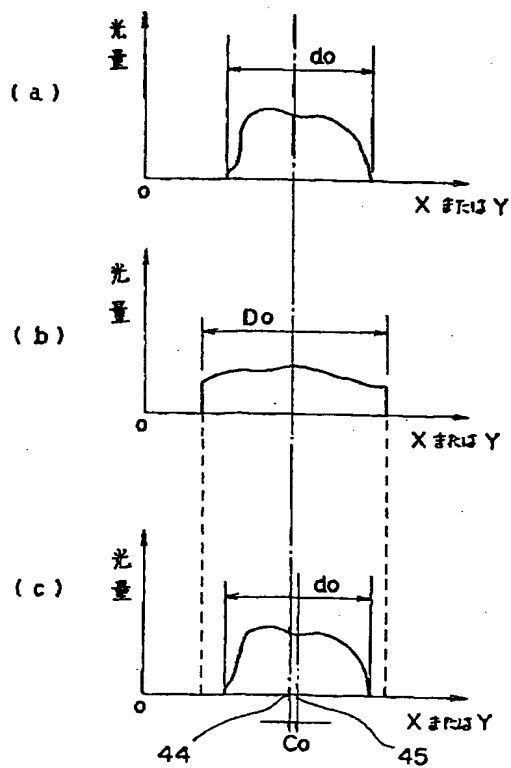
【第4図(A)】



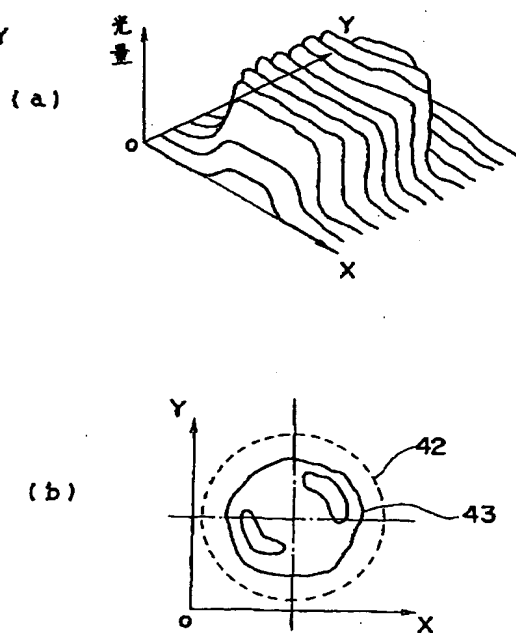
【第7図】



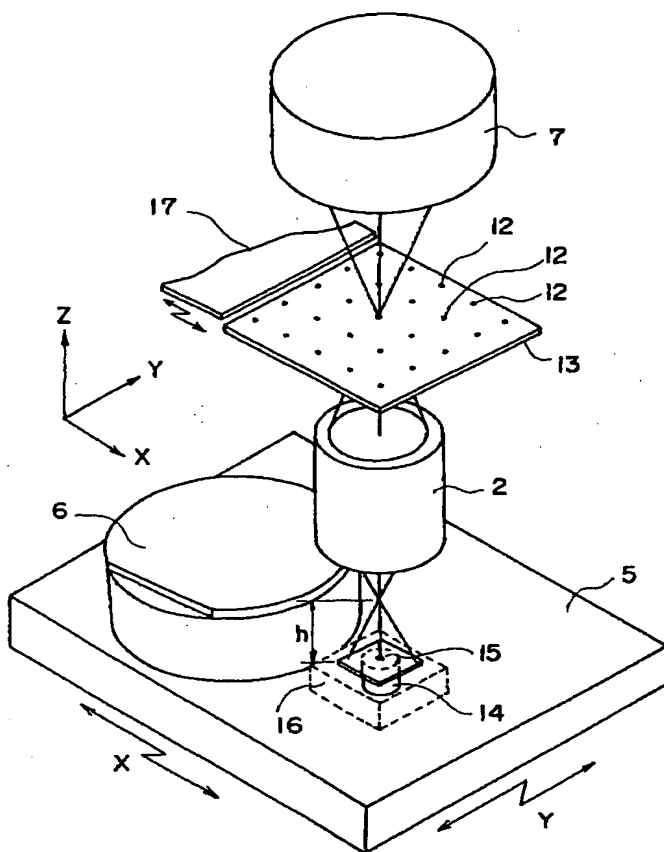
【第8図】



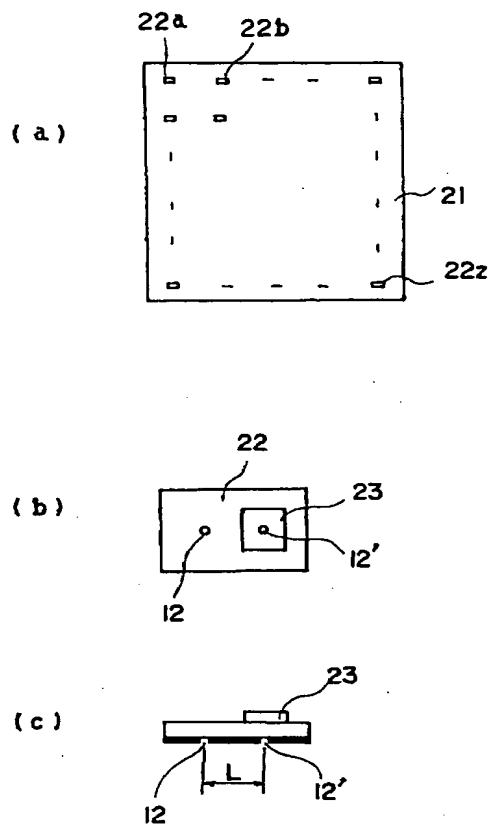
【第9図】



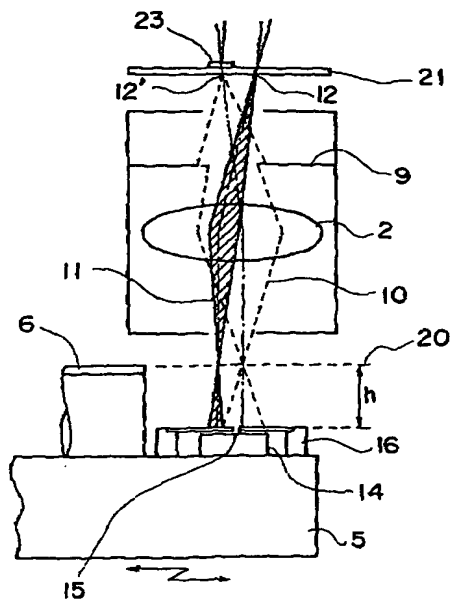
【第 5 図】



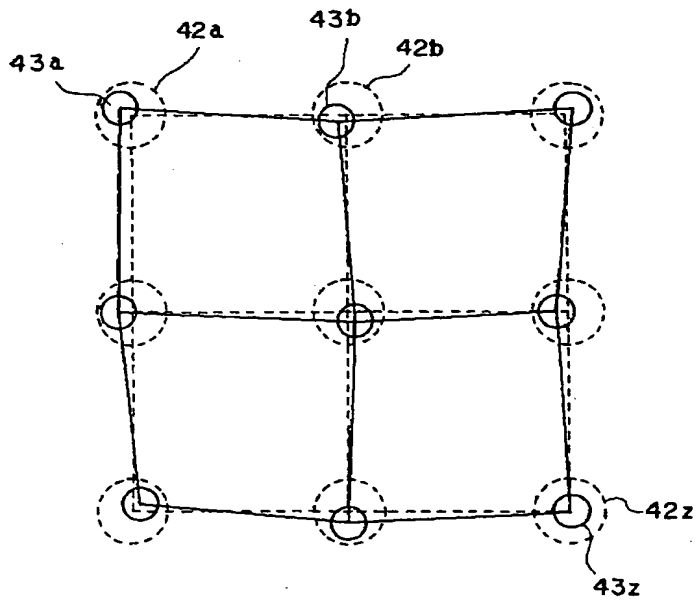
【第 10 図】



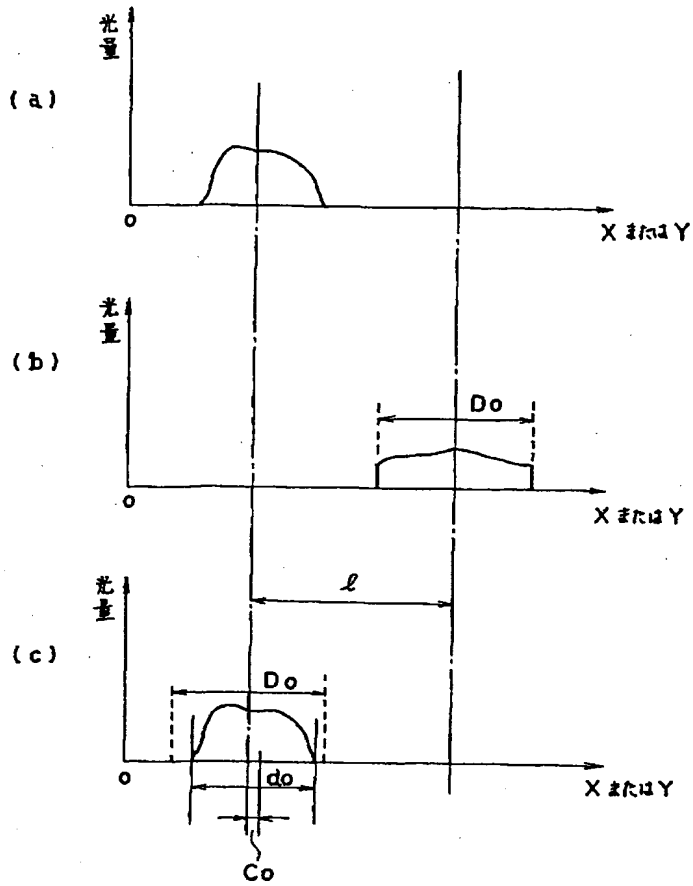
【第 11 図】



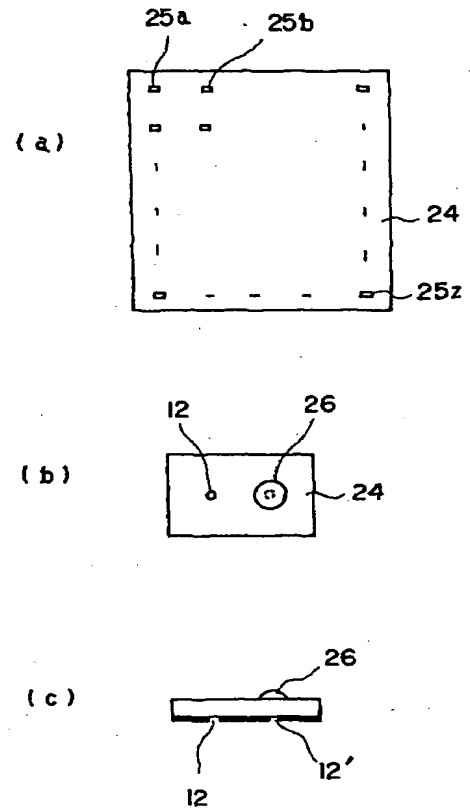
【第 13 図】



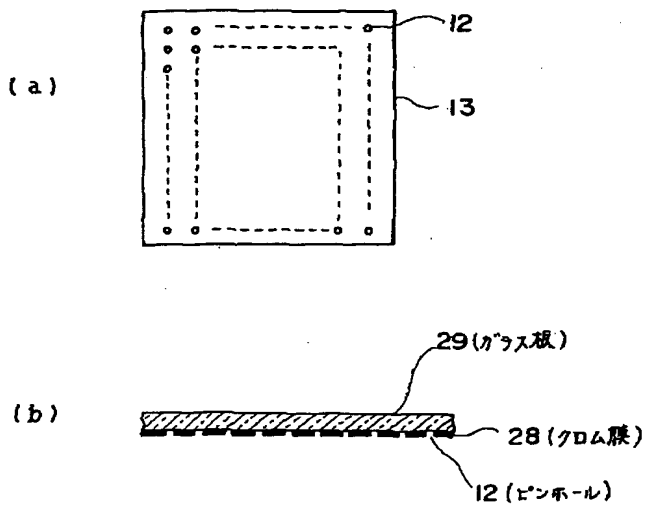
【第12図】



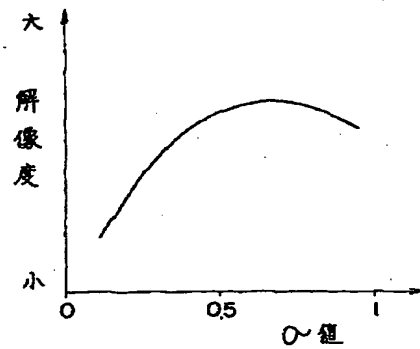
【第14図】



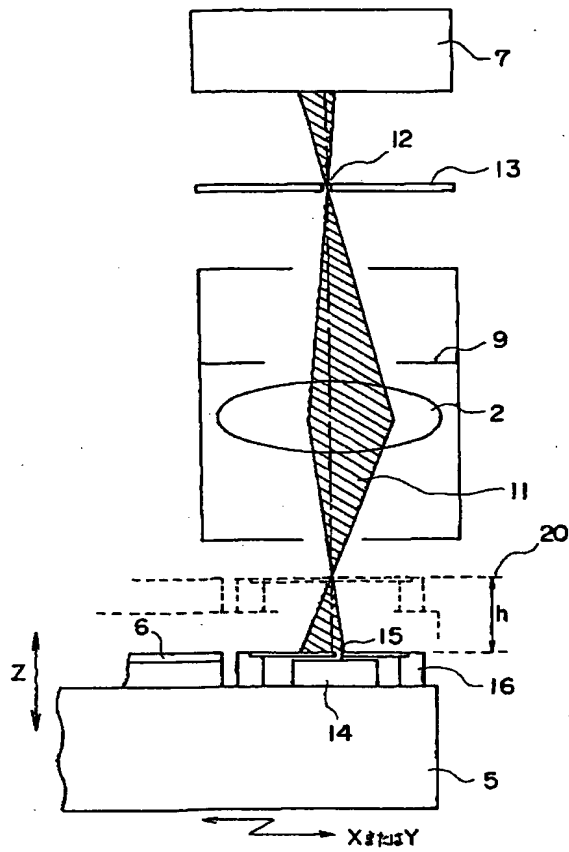
【第19図】



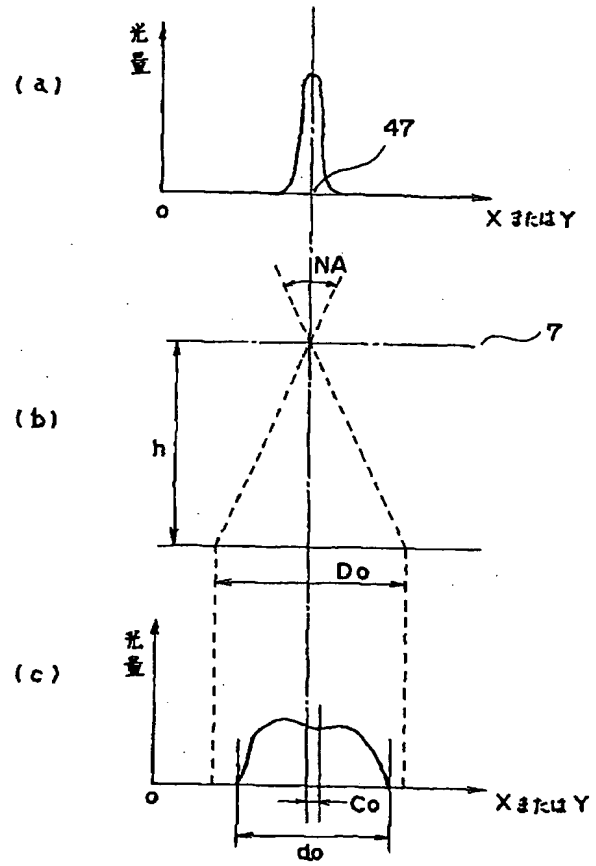
【第22図】



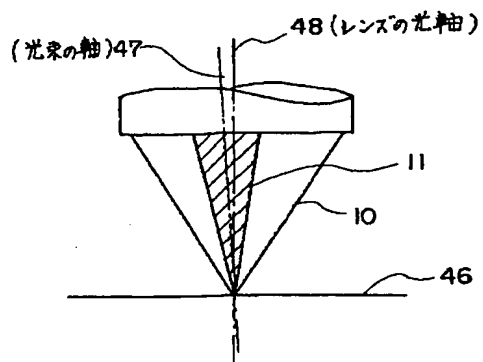
【第15図】



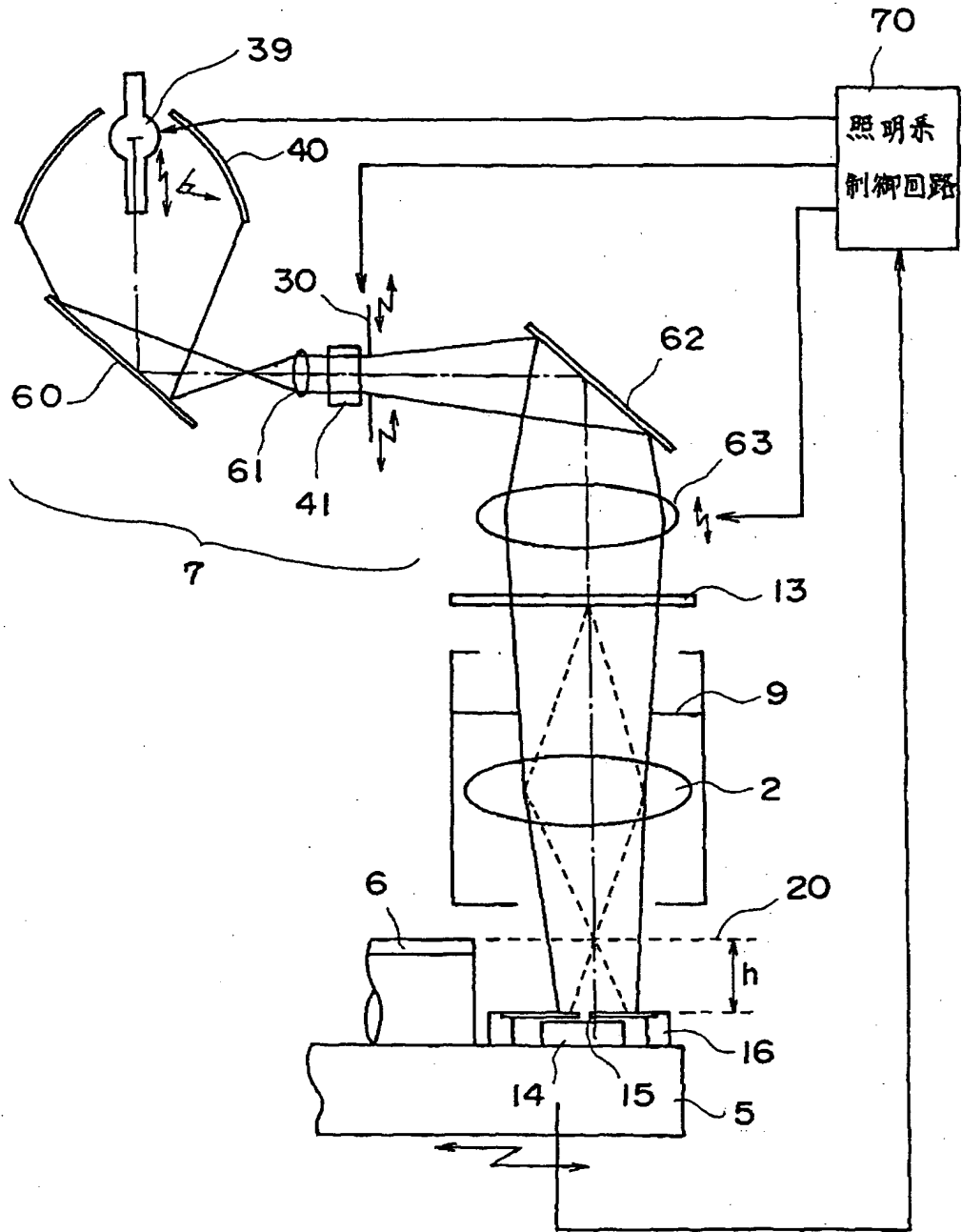
【第16図】



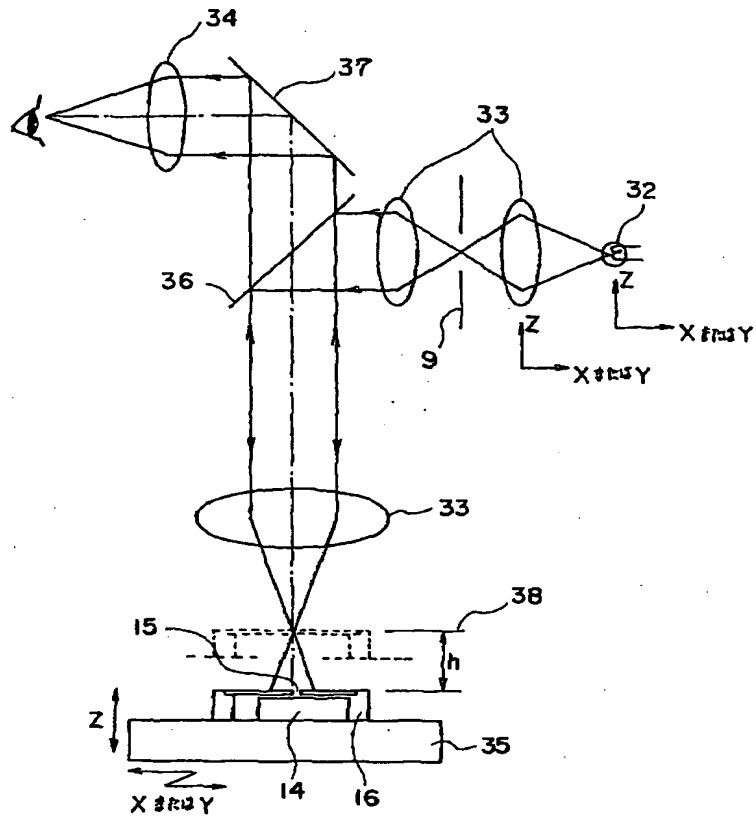
【第24図】



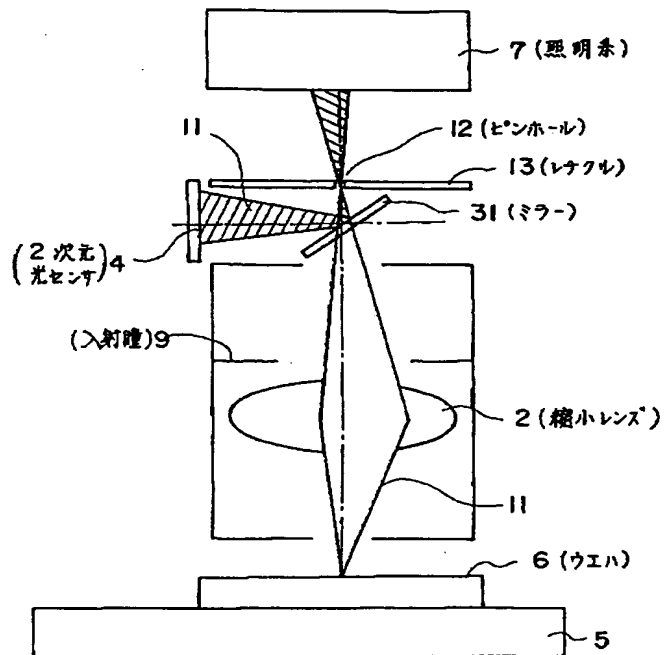
【第 1 8 图】



【第20図】



【第21図】





フロントページの続き

(72)発明者 小森谷 進  
東京都小平市上水本町5丁目20番1号  
株式会社日立製作所武蔵工場内

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>6</sup>, DB名)

G01J 1/02

H01L 21/30

G03F 7/20

(56)参考文献 特開 昭62-298728 (JP, A)  
特開 昭58-7136 (JP, A)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.